

Solución adaptativa para personas con ceguera basada en la herramienta Moodle

Juan Pablo Gutierrez Alegre¹, Marcio Romero Patrnogic², Alfredo Barrientos Padilla³

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC, Lima, Perú)

RESUMEN

Las plataformas de aprendizaje en línea son muy comunes en las instituciones educativas, ya que permiten que los alumnos puedan extender la experiencia del aula en sus hogares. Sin embargo, aunque la educación es reconocida como un derecho humano fundamental (United Nations Children's Fund & United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2007), muchas de estas plataformas no son fáciles de utilizar para personas con discapacidad visual. Ciertamente existen muchas herramientas de accesibilidad que permiten que personas con ceguera total o parcial puedan interactuar con computadoras y otros dispositivos, pero plataformas educativas como Moodle no han incluido herramientas de soporte para personas con ceguera total en sus sistemas, en especial en la versión móvil de la plataforma. Este artículo explica un proyecto que se implementó una solución de software que permite integrar las herramientas de accesibilidad a las plataformas educativas, tomando como base la plataforma Moodle por ser la más usada a nivel mundial. Dicha solución implementó una herramienta de transcodificación que procesa contenidos para eliminar información no relevante para las personas con discapacidad visual. Para el desarrollo de la solución planteada, se implementó una aplicación móvil para la plataforma iOS 7, el componente de procesamiento de archivos del Moodle y un plugin que se integra con el Moodle, el cual hace uso de funciones implementadas en el core de Moodle y expone información a través de servicios web. Las pruebas de este software con usuarios reales mostraron que la

¹ Estudiante de la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. E-mail: u201012018@upc.edu.pe

² Estudiante de la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. E-mail: u201010374@upc.edu.pe

³ Ingeniero de Sistemas por la Universidad de Lima. Docente de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. E-mail: pcsiabar@upc.edu.pe.

Gutierrez Alegre, J.; Romero Patrnogic, M. & Barrientos Padilla, A. (2015). Solución adaptativa para personas con ceguera basada en la herramienta moodle. *Sinergia e Innovación*, 3(2), 1-16

Fecha de recepción: 23/03/15

Fecha de aceptación: 03/12/15

aplicación desarrollada es fácilmente usable por personas con ceguera tanto parcial como total, permitiendo que puedan interactuar con la plataforma educativa Moodle.

PALABRAS CLAVE

Discapacidad visual, e-learning, transcodificación, Moodle, accesibilidad.

Moodle-based adaptive solution for visually impaired users

ABSTRACT

Online learning platforms are increasingly common in schools and universities and allow students to extend the classroom experience to their homes. Although education is a fundamental human right (United Nations Children's Fund & United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. 2007), many of these platforms aren't accessible for the visually impaired. Many accessibility tools allow users with partial or complete visual impairment to interact with computers and other hardware, however, educational platforms like Moodle haven't included accessibility options for fully visually impaired users as part of their system, in particular their mobile-friendly version. This article describes a software solution that integrates accessibility tools to the Moodle platform, the most used online platform. The solution used a transcoding tool to process contents to eliminate non relevant information for visually disabled users. This was developed as a mobile application for the iOS 7 platform, a file processing component for Moodle files and a Moodle-integrated plugin that makes use of Moodle's core functions and outputs information through web services. Software tests with real users showed that partially and fully blind users could easily use the application, allowing them to interact with the Moodle platform.

KEYWORDS

Visual impairment, e-learning, transcoding, Moodle, accessibility

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ingeniero Alfredo Barrientos Padilla por su labor de gestión y apoyo durante la totalidad del proceso de desarrollo del proyecto. También agradecer a la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación y especialmente a la Directora de la Escuela, Rosario Villalta, y al

Coordinador de Ingeniería de Sistemas, Jimmy Armas, por las facilidades brindadas para la validación del proyecto.

1. Introducción

La naturaleza propia del ser humano lo ha llevado a buscar siempre lo desconocido, a tener nuevas experiencias. Al vivir dichas experiencias, progresivamente ha podido aumentar sus conocimientos, es decir, aprender. El aprendizaje es una actividad fundamental para el ser humano, pues le permite desarrollarse a nivel personal y tener otra perspectiva del mundo. Es por ello que a la par de la incesante necesidad del hombre por aprender se ha acoplado el rápido desarrollo tecnológico para facilitar el aprendizaje en las personas. Un ejemplo muy concreto son las plataformas de aprendizaje en línea, las llamadas plataformas *e-learning*.

Las plataformas *e-learning* han revolucionado la forma de enseñanza. Gracias al uso de la tecnología, permitieron masificar la educación y hacer que la cercanía física entre alumno y maestro ya no fuera necesaria. Sin embargo, en el rápido desarrollo de estas plataformas se ha descuidado la accesibilidad a las mismas, es decir, permitir que cualquier persona pueda interactuar con ellas. Dado que estas plataformas interactúan con los usuarios principalmente a través de pantallas, los menos favorecidos son, entonces, aquellas personas que tienen discapacidades visuales.

Según un informe de la Organización Mundial de la Salud, en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con algún tipo de discapacidad visual, de las cuales 29 millones son totalmente ciegos. Además, existen 19 millones de niños menores a 15 años que tienen alguna discapacidad visual. Por otro lado, el 90% de personas con discapacidad visual tienen pocos ingresos económicos (Organización Mundial de la Salud, 2014). Ello significa que para la gran mayoría de este grupo de personas es casi imposible aprovechar las ventajas que ofrece la educación virtual.

Las personas con discapacidades visuales tienden a desarrollar otros sentidos (como el oído y el tacto) para compensar la falta de visión. Es por ello que existen varias herramientas de software que se acoplan a computadoras y otros dispositivos para proveer mayor accesibilidad. Sin embargo, estas herramientas suelen tener una licencia personal y poco asequible para la gran mayoría.

Es por ello que las tecnologías de accesibilidad deberían estar incluidas en las plataformas educativas. Además, los dispositivos móviles abren un abanico de posibilidades pues los sistemas

operativos que incluyen estos dispositivos introducen varias tecnologías de accesibilidad como *screen readers* (lectoras de pantalla), *text to speech* (conversión de texto en voz), entre otros.

En síntesis, las plataformas de e-learning ofrecen grandes bondades impulsadas por la tecnología pero las personas con discapacidades visuales no pueden acceder a dichas plataformas a menos que adquieran una costosa herramienta de soporte. Este artículo describe un proyecto que se centró en resolver dicha problemática a través de una solución adaptativa que permita que las personas con discapacidad visual puedan participar del proceso de aprendizaje utilizando las plataformas de e-learning. En específico, el presente proyecto toma como punto de partida la plataforma Moodle, ampliamente utilizada alrededor del mundo.

El artículo describe la concepción y el desarrollo del proyecto, así como los resultados obtenidos. El documento se estructura en cuatro secciones principales: revisión de la literatura (en el que se presentan conceptos y trabajos previos relacionados a la investigación), software (definición del producto de software desarrollado), validación (definición del proceso de validación del producto software) y conclusiones (conclusiones producto de la investigación e implementación del software desarrollado).

2. Revisión de literatura

2.1 Discapacidad visual

El sentido de la visión permite la percepción del mundo en la forma de imágenes, movimiento y color. El uso de la información percibida está orientado al desplazamiento y a la interacción con los objetos y el ambiente donde se encuentra. La ausencia total de este sentido se denomina ceguera (Organización Mundial de la Salud, 2014). El sistema visual sirve para la realización de varias funciones, de las cuales cuatro son tomados en cuenta en el contexto del diseño de productos y/o servicios:

2.2 Agudeza visual

Permite la visualización de detalles finos o con claridad. Algunas tareas cotidianas requieren esta función son la lectura de texto, reconocimiento de imágenes y rostros, etc.

2.3 Sensibilidad al contraste

Permite percibir y diferenciar las figuras del fondo donde se encuentran. Se relaciona directamente con el tamaño, distancia e iluminación del objeto a ser detectado. Esta función es importante para la movilización en el entorno, detección de contornos de objetos, caminos, etc.

2.3.1 Percepción de color

Permite distinguir los colores del espectro de colores.

2.3.2 Campo visual

Se refiere a la habilidad de ver total o parcialmente el área que se tiene en frente. Este puede cambiar con el envejecimiento y las diversas condiciones que puede sufrir el ojo. La pérdida del campo visual puede comenzar desde el centro del campo visual (pérdida del campo visual central) o desde los bordes del mismo (pérdida del campo visual periférico).

2.4 E-learning

Al hablar de *e-learning* nos referimos a “la formación que utiliza la red como tecnología de distribución de información, sea esta red abierta (internet) o cerrada (intranet)” (Cabero Almenara, 2006). Es una tecnología que permite llevar la educación hacia los alumnos de una manera diferente a la tradicional, la cual consiste en una formación presencial. Permite superar barreras geográficas y temporales para masificar la educación. A diferencia de la educación tradicional, *e-learning* permite un mayor uso de materiales educativos, generalmente multimedia. Del mismo modo, permite que cada estudiante pueda ir avanzando a su propio ritmo y en el momento que desee, siendo muchísimo más flexible al modelo educativo tradicional. Entre las principales ventajas y desventajas de *e-learning* se encuentran las de la siguiente tabla:

Tabla 1 Ventajas y Desventajas de *e-learning*

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> Incrementa el volumen de información a disposición del alumno. Permite que la educación sea independiente del espacio y tiempo en que se encuentren el profesor y el alumno. Permite que el alumno sea autónomo, es decir, pueda decidir cuándo, cómo y dónde estudiar. Facilita una formación grupal Permite almacenar un registro de actividad más detallado por cada 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere mayor dedicación del profesor para la elaboración de materiales. Es necesario que tanto alumnos como profesores tengan ciertos conocimientos tecnológicos. Requiere que los estudiantes tengan la capacidad de aprender por sí mismos. Al ser una educación en algunos casos masiva, la calidad de formación puede disminuir al ser poco personalizada Algunos cursos y contenidos no alcanzan la calidad necesaria.

Ventajas	Desventajas
estudiante. • Ahorra costos y desplazamiento a los estudiantes	

Fuente: Cabero Almenara, 2006.

La tecnología *e-learning* presenta ciertos requisitos a la institución educativa para poder ser implementada. Algunos de ellos son los siguientes:

2.4.1 Software

Actualmente existen muchas plataformas de *e-learning*, tanto gratuitas como pagadas. La institución debe adquirir o desarrollar una para implementar *e-learning*.

2.4.2 Un servidor

La institución educativa necesita adquirir un servidor sobre el cual implementar el software necesario, así como para almacenar los contenidos de los cursos y la información de los estudiantes.

2.4.3 Conexión a internet

Toda la información se transmite a través de este medio. Si tomamos en cuenta que la mayoría de los materiales son del tipo multimedia (y por ende, de mayor tamaño), entonces podríamos decir que la institución necesita contar con una conexión a internet de calidad, con alta disponibilidad y buen ancho de banda.

2.4.4 Capacitaciones

Los profesores requieren capacitaciones sobre el uso del software. Por otro lado, los estudiantes tan solo necesitan un dispositivo que tenga conexión a internet. Este dispositivo puede ser móvil o una computadora. También requiere que el dispositivo permita acceder a los cursos y al material de los mismos.

2.3 Moodle

Bejarano Salazar & Gamboa Villalobos (2011) realizaron un estudio sobre la compatibilidad de Moodle con precisamente este lector de pantalla. Se realizaron diversas encuestas y estudios con la colaboración de alumnos con algún tipo de discapacidad visual. Sobre la satisfacción de los usuarios con la interacción con la plataforma, apenas el 5% sostuvo que la plataforma era fácilmente accesible. El gran porcentaje restante afirmaba que la plataforma no era compatible con el lector de pantalla utilizado, pues la página web no estaba diseñada para ser integrada con

dicho software. Además, algunos usuarios sugirieron que el lector de pantalla esté integrado a la plataforma, de manera que los comandos funcionen de mejor manera.

2.4 Transcoder

Un *transcoder* es aquel componente de software que permite realizar una transcodificación. Un proceso de transcodificación consiste en la conversión de un archivo de un formato a otro. Las aplicaciones de *transcoders* principales y más usadas son a archivos de texto, imágenes, voz y video .

El *transcoder* más utilizado y común es el de texto. Su principal uso se da cuando se elige en qué formato almacenar un archivo de ofimática (hoja de cálculo, presentación de diapositivas o documento). También es ampliamente utilizado cuando uno de los archivos anteriormente mencionados se almacena en formato de documento portable (*portable document format*, o PDF por sus siglas en inglés) (Nagao, Shirai, & Squire, 2001). PDF es un formato de documento digital que es independiente del dispositivo, del software y del hardware.

Nagao, Shirai & Squire (2001) y Brajnik, Cancila, Nicoli, & Pignatelli (2005) intentaron utilizar la tecnología de transcodificación con fines de accesibilidad. Ambos muestran técnicas de procesamiento de texto que permiten convertir el formato original en un formato mucho más legible y accesible para los usuarios con discapacidad visual. Brajnik, et al. (2005), a su vez, también muestra la integración entre esta tecnología y los dispositivos móviles, probando que los usuarios invidentes de estos dispositivos mostraban mayor satisfacción al interactuar con su dispositivo que integraba procesos de transcodificación para el acceso a páginas web. Además, ambos trabajos concluyen que, de todos los tipos de *transcoders* existentes, uno de los más simples de implementar es el *transcoder* de tipo texto, el cual tiene una gran importancia y utilidad.

3. Software

El producto desarrollado y descrito a continuación tiene como propósito brindar facilidades a las personas con discapacidad visual para participar del proceso de aprendizaje. Para lograr dicho objetivo se ha arquitecturado la solución en tres componentes principales.

3.1 Aplicación móvil

Desarrollada para la plataforma iOS 7 en adelante, emplea características propias del sistema operativo como el *voice over* y el *speech synthesizer* para poder guiar al usuario a través de los diversos contenidos dentro de su aula virtual.

Figura 1 Arquitectura lógica



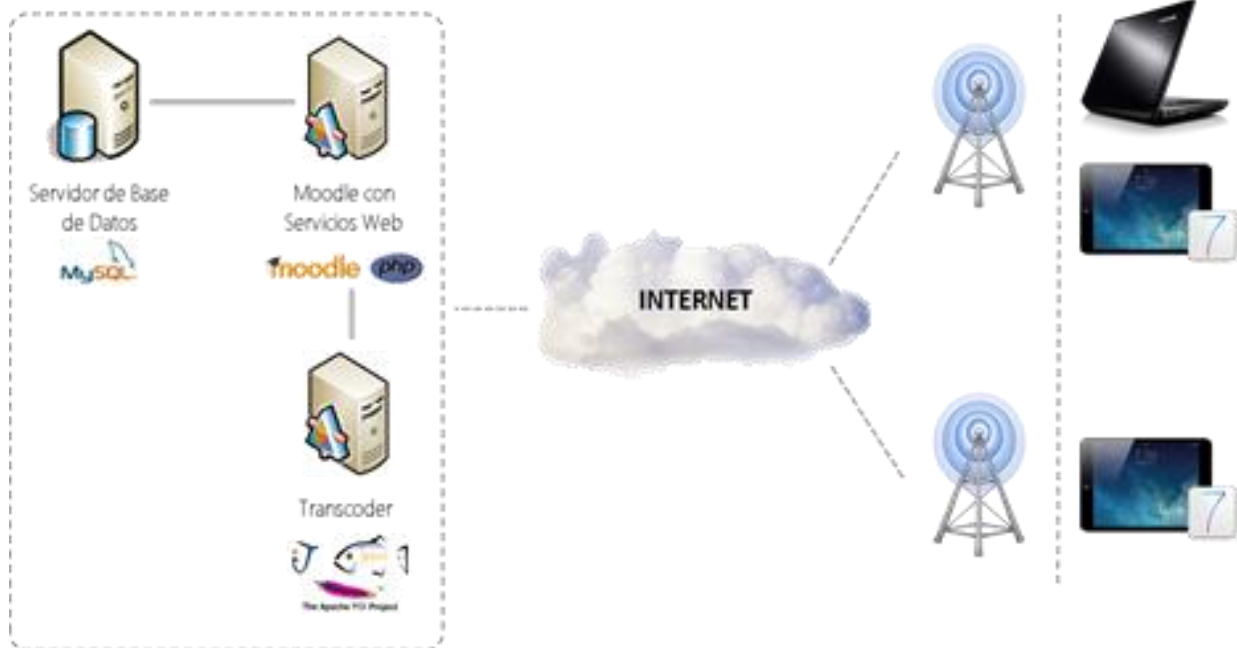
Fuente: elaboración propia

La arquitectura de la solución en la Figura 1 muestra la integración de los diversos componentes de software involucrados en el proyecto. Por un lado, se encuentra el servicio de transcodificación, creado utilizando la plataforma Java y las librerías Apache POI y iText, de licencia libre. Este componente se encuentra desplegado sobre un servidor de aplicaciones y expuesto mediante web service.

Por otro lado, se muestra la plataforma Moodle, a la cual se le ha agregado un plugin desarrollado como parte del presente proyecto. Este plugin permite exponer vía web service la información almacenada en la plataforma Moodle. Este plugin se instala sobre una instalación de Moodle previa y siendo no intrusivo, es decir, sin alterar la estructura de la base de datos de Moodle o las funcionalidades internas.

Finalmente, se muestra la aplicación móvil, desarrollada sobre la plataforma iOS. Esta aplicación es quien integra y consume los servicios expuestos por el servicio de transcodificación y por el Moodle, al cual se le ha de añadir el plugin desarrollado.

Figura 2 Arquitectura física



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se muestra también la arquitectura física del proyecto en la Figura 2, mostrando a nivel más general la interacción entre los componentes desarrollados. Como se mencionó anteriormente, sobre la instalación de Moodle se instala el plugin desarrollado, si modificar la base de datos. Este plugin se comunica con el servicio de transcodificación. Ambos componentes se comunican vía internet con la aplicación móvil desarrollada.

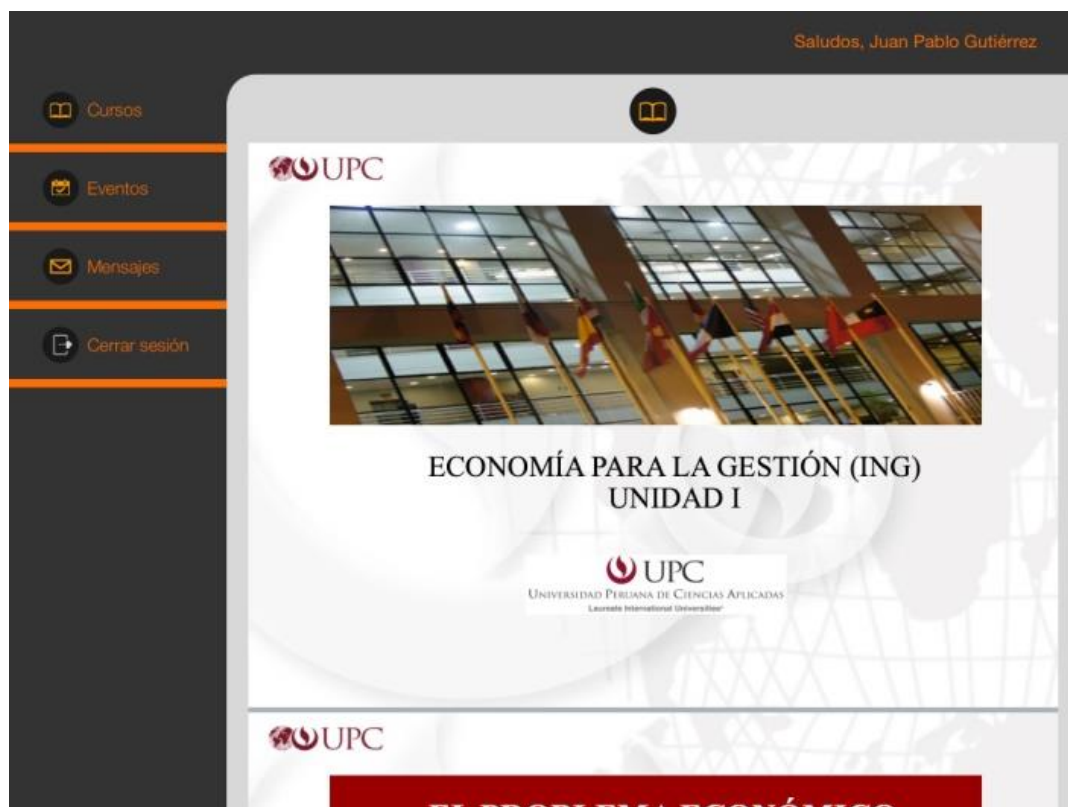
Las funcionalidades implementadas en este componente se listan a continuación:

- **Inicio y cierre de sesión:** Permite al usuario ingresar al sistema mediante sus credenciales de Moodle, creando un token único por usuario, el cuál le permitirá consumir el resto de servicios.
- **Listar cursos:** Permite al usuario acceder al listado de los cursos en los cuales se encuentra participando actualmente un usuario. Para consumir este servicio es necesario contar con información básica del usuario y su token de sesión.

Figura 3 Listado de cursos

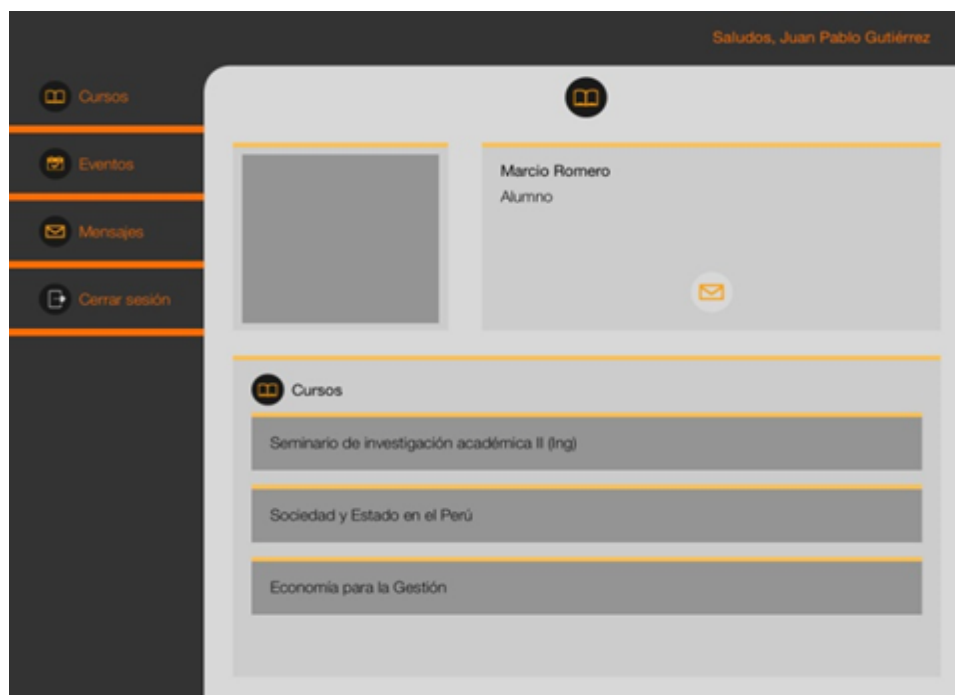
Fuente: elaboración propia

- **Listar contenidos:** Permite al usuario acceder a las evaluaciones y recursos que puedan colocar los docentes en el aula virtual, incluye archivos tipo DOC, DOCX, PPT, PPTX y PDF. Cualquier contenido que no se encuentre en los formatos soportados, no será mostrado en la aplicación móvil, pero se podrá acceder a él mediante la página web.

Figura 4 Acceso a contenidos

Fuente: elaboración propia

- **Listar participantes:** Permite al usuario acceder al listado de participantes de un curso en el cual se encuentre participando actualmente.
- **Acceder a perfil de participante:** Permite al usuario acceder a información de un participante, incluyendo nombre, correo y cursos en los que se encuentra participando dicha persona. El perfil del participante cuenta también con un botón para enviar un mensaje a la persona cuyo perfil se haya visitado.

Figura 5 Vista de perfil

Fuente: elaboración propia

- **Rendir evaluación:** Permite al usuario acceder a sus evaluaciones y rendirlas, solo soporta evaluaciones tipo opción múltiple y de verdadero o falso. Cualquier tipo de pregunta no listado previamente podría no ser presentado de manera accesible al usuario.
- **Listar mensajes:** Permite al usuario acceder a sus nuevos mensajes, mas no permite ver el historial de conversación con otros usuarios.
- **Enviar mensaje:** Permite al usuario enviar un mensaje a un participante de un curso en el cual se encuentre participando.
- **Listar eventos:** Permite al usuario acceder a un listado de los próximos eventos de los cursos en los que participa actualmente.

3.2 Transcoder

Implementado como un servicio web encargado de transformar los documentos colocados por los docentes en los cursos virtuales a un formato de tipo texto plano, para poder ser narrado por el dispositivo móvil al usuario con discapacidad visual. Los formatos soportados son DOC, DOCX, PPT, PPTX y PDF. Para poder llevar a cabo la transformación de estos documentos se emplearon las herramientas iText y Apache POI.

3.3 Aula virtual

Biblioteca virtual encargada de proveer de información de los cursos a los dispositivos móviles, para este proyecto nos hemos incorporado al Moodle. Para poder acceder a los contenidos de esta aula virtual, se habilitaron los servicios web con los que cuenta actualmente. Además se desarrolló un plugin que se compone de un listado de servicios adicionales haciendo uso de funciones del core del Moodle para poder cubrir con todas las funcionalidades previamente mencionadas en la sección del aplicativo móvil.

4. Validación

4.1 Instancia de prueba

Para la validación del proyecto, se contó con el apoyo del Centro de Rehabilitación de Ciegos de Lima, organización sin fines de lucro que realiza capacitaciones y terapias a personas con ceguera con el propósito de insertarlas luego al mercado laboral. Las personas que acuden a dicha institución provienen de diversos distritos de Lima y se encuentran en un amplio rango de edades. Las validaciones con usuarios se realizaron entre los meses de marzo y julio del año 2014.

4.2 Métrica

Para la validación se realizaron entrevistas a los usuarios, tanto antes del uso de la aplicación como luego. En las entrevistas, se buscó verificar su grado de satisfacción al interactuar con la aplicación, recogiendo las observaciones y sugerencias hechas a la misma.

4.3 Experimento

Por la misma naturaleza del producto a desarrollar surgió la necesidad de validar que dicho producto cumplía con el propósito con el que había sido creado.

Es por este motivo que se contactó con distintas organizaciones públicas y privadas para poder hacer llegar nuestro producto a los usuarios finales y poder observar de primera mano cómo es que interactuaban con él.

Entre las múltiples organizaciones contactadas, la que tuvo más acogida a la solución fue una entidad privada en Lima, donde tuvimos múltiples reuniones de coordinación y validación del producto con usuarios con ceguera durante el año 2014.

Para el experimento se le solicitó a los usuarios finales que realizaran tareas cotidianas con el producto que se había desarrollado y que calificaran la complejidad de realizar dicha tarea basados en la herramienta propuesta, además de esto se consultó en repetidas ocasiones cuáles eran las características adicionales que consideraban relevantes o puntos de mejora en el uso y diseño de la herramienta.

5. Conclusiones

El sistema implementado brinda facilidades a las personas con discapacidades visuales ofreciendo acceso los documentos que se coloquen en los cursos de su aula virtual de Moodle. Los contenidos de dichos documentos, al pasar por el software del transcoder implementado, serán limpiados de la mayoría de ruidos que se encontraban en la solución de Moodle actual, como por ejemplo las imágenes, las cuales distraían al usuario. La aplicación móvil busca brindar más facilidades, las cuales hasta ahora sólo se encontraban disponibles en la página web, más no el móvil. Entre estas funcionalidades se encuentran, el envío y recepción de mensajes, rendir evaluaciones, acceder a eventos, etc.

5.1 Recomendaciones

Para optimizar el desempeño del software y mejorar asimismo la experiencia del usuario invidente, se recomienda instruir a los docentes con respecto a la educación de personas con discapacidad visual y en las herramientas con las que cuentan estos últimos para acceder a contenidos virtuales, de modo que pueden tomarse consideraciones al momento de la elaboración de los cursos y las evaluaciones.

El presente proyecto representa un primer intento en crear una aplicación móvil accesible que permita interactuar con Moodle, utilizando también un servicio de transcodificación para que los contenidos sean también accesibles. Entre las oportunidades de mejora a la aplicación se pueden enumerar las siguientes.

- Incrementar la cantidad de archivos soportados por el servicio de transcodificación.
- Incrementar los tipos de preguntas de las evaluaciones soportados por la aplicación. Por el momento solo se soportan las preguntas del tipo opción múltiple.

- Referencias Bejarano Salazar, A. G. & Gamboa Villalobos, Y. (2011, mayo). *Accesibilidad de la plataforma virtual Moodle de la UNED de Costa Rica, una perspectiva de los estudiantes con discapacidad visual*. Artículo presentado en el XII Encuentro internacional Virtual Educa, Monterrey, México.
http://www.virtualeduca.info/ponencias2011/184/Accesibilidad_de_la_plataforma_virtual_Moodle_de_la_UNED_de_Costa_Rica,_una_perspectiva_de_los_estudiantes_con_discapacidad_visual.pdf
- Brajnik, G., Cancila, D., Nicoli, D. & Pignatelli, M. (2005, noviembre). Do dynamic text-only web pages improve usability for PDA users? Artículo presentado en Primer Simposio de Usabilidad, Empowering Software Quality; How can usability engineering reach these goals? Vienna, Austria.
- Cabero Almenara, J. (2006). Bases pedagógicas del e-learning. *Revistas de Universidad y Sociedad del Conocimiento* 3(1).
- Nagao, K., Shirai, Y., Squire, K. (2001) Semantic Annotation and Transcoding: Making Web Content More Accesible. *IEEE MultiMedia*, 8(2), 69-81.
- Organización Mundial de la Salud. (2014). Visual impairment and blindness. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>.
- United Nations Children's Fund & United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. (2007). A Human Rights-Based Approach to Education. Recuperado de http://www.unicef.org/publications/files/A_Human_Rights_Based_Approach_to_Education_for_All.pdf.
- Gutierrez, J., Romero, M. & Barrientos Padilla, A. (2015). Solución adaptativa para personas con ceguera basada en la herramienta Moodle. *Sinergia e Innovación*, 3(2),